



**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE 09	CONNAISSANCE DES DIFFERENTS MATERIELS ET TRAVAUX DE TERRASSEMENT
------------------	---

SECTEUR : BTP

**SPECIALITE : TECHNICIEN SPECIALISE
CONDUCTEUR DE TRAVAUX :
TRAVAUX PUBLICS**

NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE

REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document.

Pour la supervision :

M. Khalid BAROUTI	Chef projet BTP
Mme Najat IGGOUT	Directeur du CDC BTP
M. Abdelaziz EL ADAOUI	Chef de Pôle Bâtiment

Pour la conception :

Mr. MOURTAJI Said	Formateur ISB
-------------------	---------------

Pour la validation :

Mr. Pavel Tsvetanov	Formateur animateur CDC/BTP
---------------------	-----------------------------

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

DRIF

SOMMAIRE

PRESENTATION DU MODULE

Résumé de théorie

A. LES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

- I. Généralités
- II. Les caractéristiques principales des opérations de terrassement
- III. Les phases des travaux de terrassement

B. LES ENGINS DE TERRASSEMENT

Généralités

- I. Les Bulldozers ou Bouteurs
- II. Les Rippers et les Scarificateurs
- III. Les Scrapers
- IV. Les Niveleuses
- V. Les Chargeurs
- VI. Les Excavateurs
- VII. Les Tractopelles
- VIII. Les Compacteurs
- IX. Les Camions ou les Tombereaux
- X. Entretien et Amortissement du matériel

EVALUATION DE FIN DU MODULE

BIBLIOGRAPHIE

Durée : 40 h

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit **connaître le matériel et les travaux de terrassement** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- Individuellement
- A partir des questions

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Bien connaître les engins de terrassement et leurs utilisations
- Définition exacte des différents types de terrassement et de leurs méthodes d'exécutions.

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Connaître les types d'engins de terrassement B. Connaître le choix et l'utilisation des engins C. Connaître la définition du terrassement et des différentes fouilles D. Savoir les sondages et les essais de sol. E. Savoir le blindage des fouilles. F. Connaître les méthodes d'exécution des terrassements	• Connaissance exacte des engins : - de chargement et de manutentions - de transport - de mise en œuvre et finitions • Savoir juste de - domaines d'utilisation de chaque engin - des facteurs influant sur les coûts. - de l'entretien du matériel de terrassement. • Connaissance exacte : - de la définition du terrassement - des différentes fouilles • les différents types de sondages • les différents essais de sol • Définition exacte : - du foisonnement des terres. - l'angle de talus naturel. - les méthodes de blindage des différentes fouilles • Connaissance exacte : - du terrassement exécuté en sous œuvre - du terrassement exécuté dans l'eau - de l'exécution des différentes fouilles.

PRESENTATION DU MODULE 09

Le module « Matériel et Travaux de terrassement » est dispensé en 60 h pendant le deuxième semestre de la première année de formation de la section conducteur de travaux en travaux publics.

Ce module permet en future conducteur de travaux de bien cerner les problèmes de terrassement.

Puisqu'il est conçu autour du terrassement : les types de terrassements est les moyens matériel appropriés à chaque type de terrassement.

L'objectif de ce module est de donner au stagiaire les moyens de :

- Pouvoir identifier l'ampleur des terrassements.
- Choisir les engins appropriés.
- Comprendre le système d'entretien et de la maintenance.
- Maîtriser les calculs d'amortissements du matériel.
- Gérer et organiser le parc matériel sur un chantier.

❖ Durée : 60 heures

CONNAISSANCE DES DIFFERENTS MATERIELS
ET
TRAVAUX DE TERRASSEMENT
RESUMÉ DE THÉORIE

A. LES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

I) Généralités

D'habitude les travaux de terrassements s'occupent de :

- l'exécution d'une fouille, qui parfois peut être profonde – comme le cas de réaliser des niveaux en sous-sol,
- la réalisation de plates-formes-, par exemple pour réaliser une route, et dans ce cas il s'agit de quantités importantes de remblais.

II) Les caractéristiques principales des opérations de terrassement sont :

- en cas d'une fouille :
 - masse de terre déplacée de faible importance,
 - la surface de chantier restreinte,
 - excavation généralement assez profonde,
 - mitoyennetés, présence d'eau, donc difficultés accrues,
- en cas d'un terrassement de plate-forme :
 - Il s'agit des quantités importantes des mouvements de terre,
 - Il utilise des machines particulières et de très grandes puissances,

III) Les phases des travaux de terrassement sont :

- a) Préparation des travaux,
- b) Excavation avec engins,
- c) Transport de déblais,
- d) Mise en place de matériaux d'apport.

a) Préparation ou études préalables

Une visite du site et de ses abords est souvent indispensable pour mieux appréhender les caractéristiques du chantier. Au départ il est nécessaire de consulter la documentation de l'ouvrage, en ce qui concerne :

- ❖ Le rapport d'étude de sol, qui devra nous donner :
 - La stratigraphie des couches de terrain,
 - Les caractéristiques mécaniques et physiques des sols,
 - La présence de l'eau,
 - Les pentes possibles des talus, etc.
- ❖ Les plans d'exécution- plan masse, coupes, profils, etc.
- ❖ Le cahier des clauses administratives générales (CCAG) qui est un recueil de clauses courantes : administratives, juridiques ou financières.
- ❖ Le cahier des clauses administratives particulières (CCAP) qui donne les conditions particulières de réalisation du projet du point de vue administratif et financier.
- ❖ Le cahier des clauses techniques générales (CCTG) qui précise les règles techniques générales à appliquer.
- ❖ Le cahier des clauses techniques particulières (CCPT), comme devis descriptif donne :
 - matériaux à utiliser,
 - localisation des ouvrages,
 - limites de prestation entre corps d'état,

- hypothèses de calcul,
- modes opératoires, etc.
- ❖ Par rapport à tous ces documents et de la visite sur place, il faut prendre des décisions en ce qui concerne :
 - les obstacles qui doivent être éliminés,
 - Possibles canalisations enterrées qui doivent être protégées,
 - La nature, la qualité et le volume des terres à déplacer,
 - Les conditions climatiques locales : pluies, gel, etc.
 - Choix des matériels employés,
 - L'accès et circulation sur chantier,
 - L'étude de prix comme proposition,
 - Prévision de la main d'œuvre,
 - Le calendrier des travaux,
 - L'installation de chantier, etc.

b) Excavation avec engins:

On n'exécute plus à la main (pelle et pioche) que les terrassements de petite importance. Dès qu'il s'agit de quelques dizaines de mètres cubes et quelquefois moins, on a avantage à déplacer un engin mécanique, en adaptant la puissance de cet engin au volume à déblayer.

Pour les terrassements petits et moyens, on aura recours à une pelle mécanique montée sur chenille, dont le godet peut travailler en raclant de bas en haut en s'éloignant de la cabine (terrassement en retro, ou en fouille). La cabine pivote sur elle-même, et la benne déverse les déblais dans un camion, chargé du transport.

Au lieu d'être montrée à l'extrémité de bras rigides, la benne peut être disposée à l'extrémité de câbles souples, l'engin s'appelle une dragline.

Pour des terrassements plus importants, on utilise des engins qui réalisent à la fois le déblai, le transport, et la mise en remblai. On rencontre dans cette catégorie d'engins le bulldozer ou buteur, composé essentiellement d'une lame pouvant s'abaisser plus ou moins, et qui est poussée par un puissant sur la lame abaissée, on réalise du déblai ; en continuant d'avancer en maintenant la lame au niveau du sol, on transporte le déblai ; enfin en soulevant la lame, la terre se dépose en remblai, qui est tassé par le passage des chenilles.

Lorsque les distances de transport dépassent la centaine de mètres, et que les volumes à terrasser sont importants, plusieurs milliers ou dizaines de milliers de mètres cubes, l'engin employé est souvent le scraper ou gratteur, monté sur pneus. Le récipient, de 8 à 10 m cubes, comporte un fond mobile muni d'une lame coupante, qui peut être abaissée pour racler la surface du sol. La benne se remplit au fur et à mesure que l'engin avance ; on relève alors le fond, et l'engin est prêt pour le transport (à 50 km/h). Pour le déchargement, on ouvre l'avant du récipient, en même temps qu'une paroi verticale mobile pousse vers l'avant le contenu de la benne, qui s'étale sur le sol et est tassé par les gros pneus du véhicule.

Sur les chantiers importants, les autoroutes par exemple, on trouvera des batteries de 5 ou 10 scrapers opérant une ronde incessante entre les zones à déblayer et celles à remblayer. Ils seront suivis par de lourds compacteurs tassant fortement les remblais.

Il existe encore bien d'autres engins adaptés à des besoins spéciaux : rooter ou défonceuse, comprenant une ou plusieurs dents formant pioches, tiré par un tracteur à chenilles, et destiné à casser les racines ou les roches du sous-sol ; niveleuse ou motorgrader, composé d'une lame horizontale bise sur un châssis à 4 roues, et permettant de niveler le terrain, après l'exécution des déblais et des remblais ; rouleaux à aspérités (pieds de mouton) ou à nombreuses roues à pneus pour le compactage des remblais etc...

Enfin, des engins à moteur dont la capacité est de quelques centaines de litres, permettent d'effectuer des transports à petite distance ; d'autres, appelés chargeurs, sont destinés à charger sur des camions-bennes des terres préalablement remuées et mises en tas.

Le tassement ou compactage des remblais est réalisé par des engins dits compacteurs composés d'une caisse que l'on peut lester, montée sur plusieurs essieux à plusieurs roues ; l'ensemble peut peser 50 ou 100 tonnes et reposer sur 48 roues ; des compacteurs d'un modèle différent sont munis d'un système de vibration destiné à augmenter leur efficacité.

c) Transport des terrassements

Le mode de transport n'est pas choisi arbitrairement ; on fait appel à l'engin dont le prix de revient sera le plus économique.

Pour les transports à très faible distance, quelques mètres ou quelques dizaines de mètres, et pour des volumes assez faibles, la brouette à moteur ou dumper est généralement utilisée.

Pour des transports à plus longue distance, on emploie le camion automobile. On conçoit que, par suite du temps d'immobilisation pour le chargement, ce moyen n'est économique qu'au-delà d'une certaine distance, à partir du moment où le temps de l'aller et retour de la brouette deviendrait d'un coût prohibitif.

On a de plus en plus tendance maintenant, pour en abaisser le prix, à effectuer les terrassements de façon entièrement mécanique, par des engins spéciaux à grand rendement tels que buteur (bulldozer) et décapeuse (scraper) qui réalisent à la fois le déblai et le transport.

On devra, compte tenu de l'importance du travail à exécuter et du matériel disponible dans la région, calculer la distance optimale en fonction du prix de revient horaire ou kilométrique de chaque engin, de son amortissement, du salaire et des charges sociales de la main d'œuvre, conducteur et aide, du prix du carburant, des frais de l'amenée au chantier et de retour à son garage de l'engin, et de tous autres éléments. On choisira alors tel ou tel engin et on déterminera ses distances limites, inférieure et supérieure, d'utilisation.

Si le projet s'étend sur plusieurs kilomètres de longueur, on devra calculer s'il n'est pas plus avantageux de le scinder en plusieurs tronçons, et de faire des dépôts à un endroit, et des emprunts plus loin.

❖ **Foisonnement** — dans le tableau suivant on peut trouver les poids approximatifs, le pourcentage de foisonnement après la fouille et les coefficients de chargement pour différents matériaux :

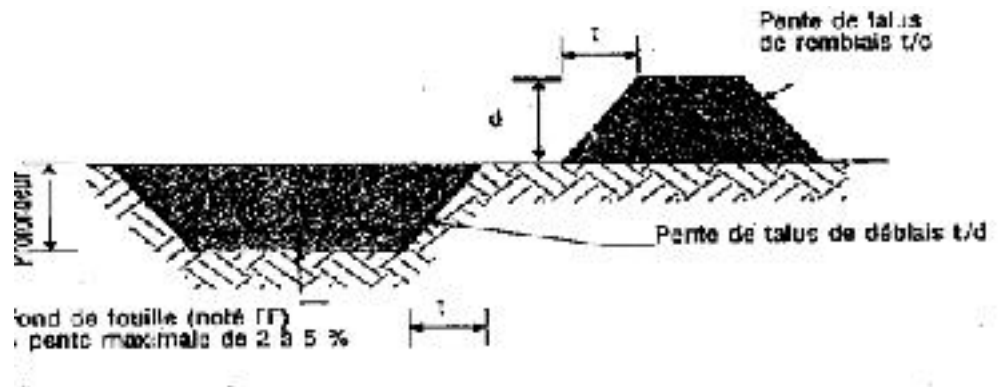
Matériau	Kg/m ³ en place	% foisonnement	Kg/m ² foisonné	Coefficient De chargement
Bauxite	1899	33	1424	0,75
caliche	2255	82	1246	0,55
scories	860	52	564	0,66
Carnotite, minéral, d'uranium	2195	35	1632	0,74
Argile : En dépôt naturels	2017	22	1661	0,82
sèche	1839	23	1483	0,81
mouillée	2076	25	1661	0,80
Argiles et graviers : Secs	1661	41	1424	0,71
mouillés	1839	11	1543	0,90
Charbon : Anthracite, brut	1602	35	1187	0,74
lavé	1483	35	1098	0,74
Bitumeux, brut	1276	35	949	0,74
lavé	1127	35	831	0,74
Roche décomposée :				
75% roche-25% terre	2789	43	1958	0,70
50% roche-50% terre	2284	33	1721	0,75
25% roche-75% terre	1958	25	1572	0,80

Terre – Sèche, tassée	1899	25	1513	0,80
Mouillé, excavée	2017	27	1602	0,79
limoneuse	1543	23	1246	0,81
Granit - Fragmenté	2729	64	1661	0,61
Gravier – Tout-venant	2166	12	1928	0,89
Sec	1691	12	1513	0,89
Sec, de 6 à 50 mm	1899	12	1691	0,89
Mouillé de 6 à 50 mm	2255	12	2017	0,89
Sable et argile - Foisonnés	2017	27	1602	0,79
compactés	-	-	2043	-
Gypse - Fragmenté	3174	75	1810	0,57
Broyé	2789	75	1602	0,57
Hématite ,minerai de fer	2907	18	2462	0,85
Roche calcaire - Fragmentée	2611	69	1543	0,59
Magnétite, minerai de fer	3263	18	2789	0,85
Pyrite, minerai de fer	3026	18	2581	0,85
Grès	2522	67	1513	0,60
Sable – sec, foisonné	1602	12	1424	0,89
Humide	1899	12	1691	0,89
mouillé	2077	12	1839	0,89
Sable et gravier - secs	1928	12	1721	0,91
mouillés	2225	10	2017	0,91
Laitier - Fragmenté	2937	67	1750	0,60
Pierre - Concassée	2670	67	1602	0,60
Taconite	4212-5607	75-72	2433-3204	0,75-0,85
Terre végétale	1365	43	949	0,70
Trapp - Fragmenté	2611	49	1750	0,67

d) Mise en place de matériaux d'apport:

La profondeur d'une fouille – qui est appelée aussi dénivelée – est mesurée à partir du niveau du sol tel qu'il est livré pour l'exécution des fouilles, c'est à dire le terrain naturel (noté avec TN) ou bien encore, le niveau résultant de terrassement général, réalisé au préalable.

Les talus – sont les surfaces réglées et inclinées limitant latéralement un déblai ou un remblai. L'inclinaison est définie par le rapport sans dimension (t/d) de la longueur du tracé horizontal (t) de la ligne de la plus grande pente à la valeur de la dénivelée (d), mesurée entre les extrémités de cette ligne.



Les talus doivent :

- être stable par tous les temps,
- Se rapprocher le plus possible de la pente dite du « talus naturel »,
- Les déblais et les remblais n'ont pas nécessairement la même pente,

L'inclinaison des talus dépend de la cohésion des sols ; elle sera faible pour des sables pulvérulents, plus forte pour les bons terrains, et se rapprochera de la verticale pour les terrains rocheux non fracturés. Pour les terrains rencontrés dans la majorité des cas, on prend :

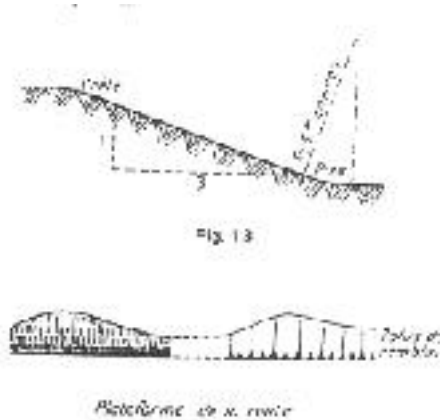
- Pour les talus de déblai, c'est – à – dire lorsque la route est située au – dessous du niveau du terrain, comme dans la partie gauche du dessin de la figure 12, la pente est de 50 grades (45 degrés). On désigne cette inclinaison par la fraction $1/1$ signifiant 1 de base pour 1 de hauteur.
- Pour les talus de remblai, lorsque la route est au – dessus du terrain, partie droite du dessin, (fig. 12), l'inclinaison est dite à $3/2$, c'est – à – dire à 3 de base pour 2 de hauteur ; la pente trigonométrique est ainsi de $2/3$ ou 0.666...

Ces inclinaison sont forces et dans les parties où l'on

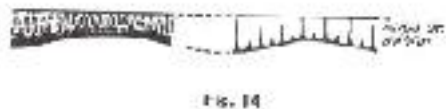
recherche un aspect plus agréable, en bordure des autoroutes, dans les stades et les parcs, on dessine des talus plus adoucis, à $2/1$, $3/1$ ou $4/1$ et dont les angles supérieure et inférieure sont arrondis. Cette inclinaison plus agréable à l'œil a l'inconvénient de faire occuper au talus une largeur plus importante en plan (fig. 13)

L'échelle des hauteurs étant la même que celle des longueurs, on voit que les talus sont sur les profils en travers représentés avec leurs vraies pentes, tandis que les inclinaisons sont fortement déformées sur les profils en long.

Sur le plan, on représente l'emplacement du talus par une ligne indiquant la limite de ce talus, par conséquent soit le pied du talus de remblai, soit la crête du talus de déblai.



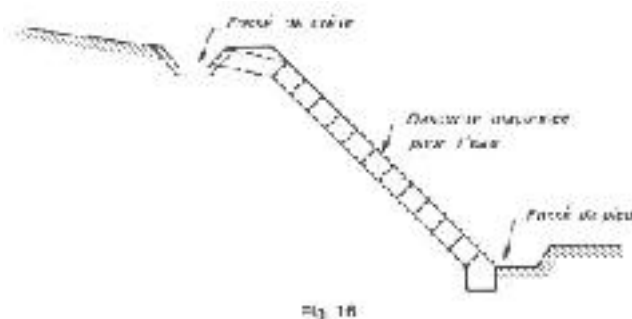
La figure 14 donne les deux représentations différentes adoptées pour le dessin des talus, les hachures épaisses étant toujours placées à la crête des talus c'est-à-dire dans le haut de ceux-ci.



Les fossés:- sont destinés à recevoir les eaux de ruissellement ou d'infiltration venant du terrain supérieur. L'eau recueillie par les fossés s'évacue soit par infiltration dans le fond du fossé, soit, si le terrain est imperméable, par écoulement et dans ce cas on doit donner une pente longitudinale au fossé pour diriger les eaux vers un point susceptible de les absorber : ruisseau, lac, ou bassin de retenue, d'infiltration et d'évaporation.



Si la route est en déblai, il y a obligation de prévoir un fossé (fig. 15) ; il peut être indiqué dans ce dernier cas de prévoir un fossé de crête qui empêchera les eaux de ruisseler sur le talus et d'en raviner la surface (fig. 16) ; les eaux du fossé de crête seront conduites au fossé ordinaire

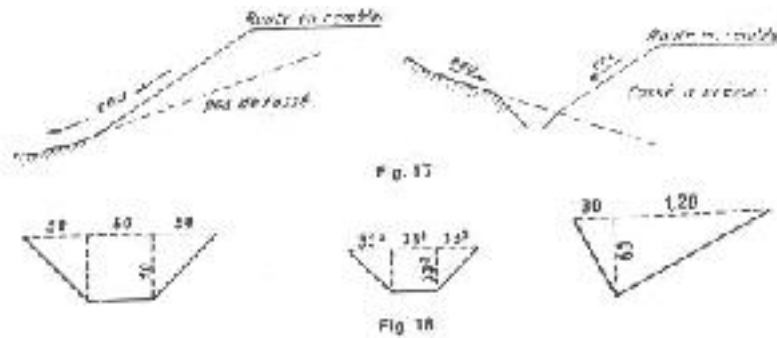


de la route par des descentes maçonnées, de telle sorte que des infiltrations ne puissent pas se produire dans la masse du talus de déblai ce qui risquerait de le faire ébouler.

Si la route est en remblai, le fossé est généralement inutile, à moins que le terrain ne présente une pente marquée vers le talus de remblai (fig. 17).

Les fossés peuvent avoir différentes formes et différentes dimensions.

Les anciens fossés, d'une largeur d'ouverture de 1 m ou 10,50 m (fig. 18) avaient des bords inclinés à 50 grades ; ils étaient creusés, entretenus et reformés à la main, suivant la plus ou moins grande quantité d'eau à écouler, on prenait le type le plus grand. Mais depuis la mécanisation des travaux, pour permettre l'exécution et le courage du fossé par la lame inclinée d'un engin mécanique, on préfère le fossé dont la section est un triangle rectangle, le sommet vers le bas, la pente la plus adoucie étant du côté de l'axe de la route.



Ce dernier type a cependant l'inconvénient de présenter, du côté du talus de déblai, une inclinaison plus forte que celle de ce talus, aussi, quand on dispose d'une place suffisante, préfère-t-on maintenant tracer un fossé très évasé en triangle ou en trapèze, d'une largeur de 3 à 4 m pour 0,50 m de profondeur au milieu ; il est beaucoup moins dangereux pour les véhicules quittant accidentellement la chaussée.

Les fossés doivent toujours être creusés dans le terrain naturel, jamais dans un remblai car les eaux du fossé provoqueraient un ravinement du remblai. Si, pour des motifs exceptionnels, on adoptait cette disposition on devrait maçonner les bords et le fond du fossé et lui donner un profil en long tel qu'il conduise les eaux vers un ruisseau ou un bassin préparé à cette fin en bordure du tracé.

Enfin, il faut placer le fossé à une altitude telle que le niveau envisagé de l'eau soit inférieur à l'altitude du fond de forme de la chaussée. On réalise ainsi le drainage de la plateforme, alors, que, dans le cas contraire, le fossé amènerait de l'humidité dans le corps de la chaussée et donnerait à celle-ci une mauvaise tenue.

Les banquettes:- Une banquette est une petite levée de terre qu'on place en haut des talus de remblai, lorsque ceux-ci atteignent une hauteur importante, 1,50 m à 2 m, pour assurer la sécurité de l'utilisateur ; leur bord vers le talus, a la même inclinaison que celui-ci, c'est-à-dire 3 sur 2 ; il existe deux types illustrés par la figure 19, caractérisés par les inclinaisons différentes du côté de la route.

On exécute également des dés maçonnés reliés par des barres de fer, ou des murettes continues en maçonnerie. Ces dispositions ont l'avantage de prendre moins de largeur dans les endroits difficiles (routes de montagne).



Pour assurer une meilleure sécurité, on place sur les autoroutes et les routes très importantes des glissières de sécurité, en tôle profilée d'acier ou des barrières de sécurité, petits murets en béton (voir p. 346 et 347), qui empêchent les véhicules de tomber notamment en bas des talus de remblai, ou qui isolent la circulation des obstacles fixes tels que portiques de signalisation ou piles et culées des ponts.

B. LES ENGINS DE TERRASSEMENT

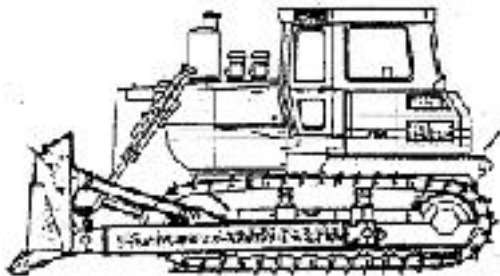
GENERALITES:

- ❖ **Les principaux types d'engins de terrassement**, sont les suivants :
 - les bulldozers ou boteurs,
 - les rippers et les scarificateurs,
 - les scrapers,
 - les niveleuses,
 - les chargeurs,
 - les excavateurs,
 - les pelles mécaniques et variantes,
 - les tractopelles,
- ❖ on peut observer que tous ces engins sont destinés couramment à extraire et charger des matériaux et plus rarement à les déplacer.

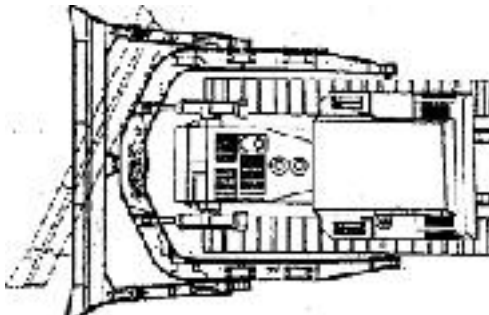
I) LES BULLDOZERS OU LES BOUTEURS

Définition : le **bulldozer** est un engin d'excavation et de refoulement qui se compose d'un tracteur sur chenilles ou sur deux essieux à pneus avec châssis rigide ou articulé, muni à l'avant d'une lame

horizontale, qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal du tracteur, comme sur la figure suivante :



- ❖ **La lame** d'un bulldozer est un mécanisme placé à l'avant qui lui permet de creuser le sol et de pousser les matériaux en les rassemblant. La lame est fixée au châssis par deux forts longerons autorisant un mouvement de montée et de descente commandée par vérins hydrauliques, comme sur la figure suivante :
- ❖ D'après la possibilité d'orientation de la lame, on peut trouver boteur lame droite ou boteur lame biais, comme sur la figure suivante :



- ❖ L'utilisation d'un bulldozer – se fait d'habitude pour les tâches suivantes :
 - défichage, déboisement, dessouchage,
 - refoulement de terres, de roches désagrégée,
 - décapage et amorçage de pistes,
 - exécution d'un profil,
 - excavation en ligne droite,

- étalement en couche et compactage superficiel,
- remblayage et construction de remblai,
- creusement de fossé,
- mise et reprise au tas,
- remorquages de force, etc.
- ❖ Pour exécuter le **débroussaillage**, on enfonce la lame d'une quarantaine de centimètres et on refoule en relevant la lame par reprises successives. Cette manœuvre débarrasse les racines de la terre adhérente ; mises en tas elles brûlent plus facilement.
- ❖ **L'abattage des arbres** de moyenne grosseur s'exécute en exerçant sur le tronc une poussée de bas en haut, avec la lame appuyée à 40 ou 50 cm. Au dessus du sol. Dans le cas d'un gros arbre, d'abord on exécute une tranchée autour du fût pour couper les racines latérales et après on procède comme dans le cas précédent.
- ❖ Pour le **refoulement**, la conduite du tracteur n'offre aucune difficulté mais la manœuvre de la lame demande un certain entraînement. En ce cas les performances des buteurs sont en relation directe avec sa masse, par :
 - l'effort maximal que les vérins peuvent transmettre à la lame pendant l'action

d'enfoncement,

- la poussée maximale au point de contact,

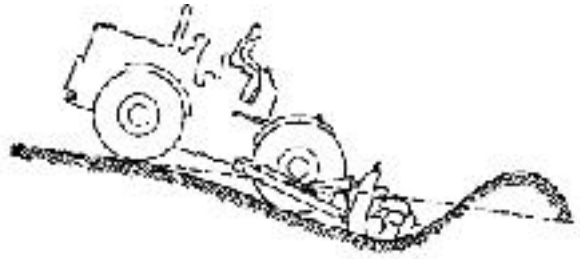
Buteur



- ❖ Pour le décapage, comme pour l'amorce de piste on effectue une série de passes en coupe de profondeur moyenne sur toute la longueur voulue, en laissant les déblais s'écouler en cordons latéraux.
- ❖ Pour exécuter un profil sur terrain en pente, le bulldozer peut travailler suivant les lignes de niveau si la pente est inférieure à 30°, comme sur la figure suivante :



- ❖ Quand il s'agit de pente très raide, on doit créer une plate-forme de départ par une série de passes courtes en descendant la colline et après ça, cette plate-forme devra permettre les évolutions du tracteur, comme sur la figure suivante :



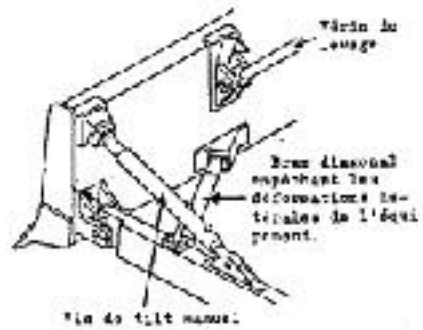
- ❖ **L'excavation** au bulldozer s'opère en descendant la lame à la profondeur de coupe permise par la nature du matériau et la puissance d'engin. Dans ce cas les déblais seront refoulés à une distance suffisante pour permettre les évolutions de l'engin, comme sur la figure suivante :



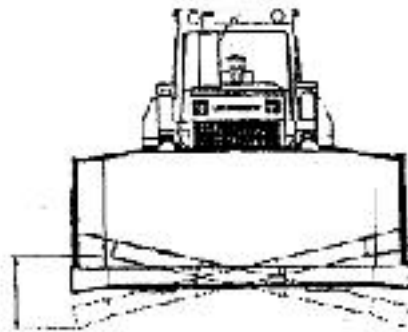
- ❖ **L'étalement en couche** exige une grande habileté du conducteur et il doit d'effectuer à partir d'une aire plane exécutée par une série de passes en éventail, qu'on effectue en faisant tourner sur place le bulldozer tantôt sur la droite, tantôt sur la gauche.
- ❖ **Le remblayage** d'un creux de terrain s'effectue en refoulant des déblais – qui peuvent être excavés par le bulldozer ou rapportés.
- ❖ **Pour creuser le fossé**, on procède comme pour l'excavation en travaillant perpendiculairement à l'axe du remblai et en refoulant les déblais sur l'emplacement du remblai. Dans ce cas les rampes d'attaque et de dégagement devront avoir une pente assez faible pour permettre le travail de l'engin, comme sur la figure suivante :



- ❖ **La mise au tas** s'exécute par refoulement du matériau sur rampe. Pour éviter les éboulements, la reprise au tas commence par surface, dont le matériau sera refoulé par la rampe de dégagement.
- ❖ **La lame de terrassement** d'un bulldozer avec l'aide d'un tilt comme sur la figure suivante :



Ce **tilt** donne la possibilité de pointer la lame à droite ou à gauche comme ça :



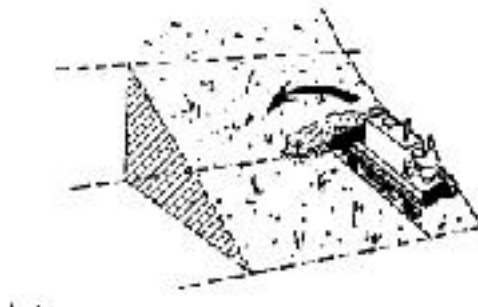
- ❖ D'habitude la lame de terrassement contiendra un volume plus important que l'on puisse pousser, et dans ce cas le bulldozer est un buteur.
- ❖ **La lame de nivellement** a l'habitude une plus grande largeur qui permettra une meilleure finition de l'état de surface. On mentionne que dans ce cas le bulldozer s'appelle **angledozer**.
- ❖ **L'utilisation d'un angledozer** est faite plus particulièrement pour :
 - l'excavation de terrain en pente,
 - l'ouverture d'un tracé de route à flanc de coteau,
 - le creusement de fossé en V,
 - le rehaussement d'ouvrage, etc.
- ❖ le conducteur d'engin ne devra pas oublier que la fixation de la lame de l'angledozer est relativement plus fragile que celle du bulldozer et ceci demande quelques précaution de l'engin.
- ❖ D'un autre côté, la lame orientée développe une composante tendant à faire chasser le tracteur en sens opposé.



- ❖ Il y a donc intérêt quand l'angle d'orientation est plus grand ou la coupe plus profonde, à ne pas trop engager la partie travaillante de la lame pour éviter tout risque d'avarie et

Maintenir la stabilité de l'engin.

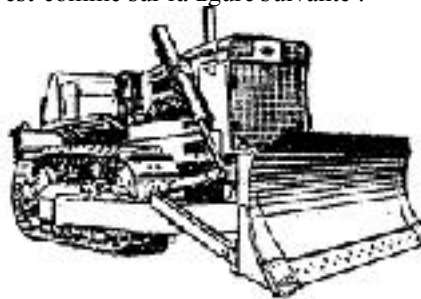
- ❖ L'angledozer offre un avantage certain pour excavation de terrain en pente :



- ❖ A l'aide d'angledozer on peut exécuter aussi des profils mixtes par de passes longitudinales, comme sur la figure suivante :



- ❖ Le remblayage d'un ravin s'exécute en faisant travailler l'angledozer parallèlement à la Rive, avec la lame orientée de manière à rejeter les déblais dans le ravin.
- ❖ L'aspect d'un angledozer est comme sur la figure suivante :



- ❖ **Un cycle de fonctionnement** d'un bulldozer se compose en phases suivantes :
 - a) chargement de la lame: par confection d'un coupeau sur une distance d'environ 15 m,
 - b) transport vers le lieu de dépôt: ça dépend de la distance de refoulement et de la pente du chemin de refoulement et de la pente du chemin de refoulement.
 - c) Vidange de la lame qui peut être réalisée si on doit fait une couche,
 - d) Retour à vide en marche arrière au point d'extraction, pour recommencer encore un cycle.

II) LES RIPPERS ET LES SCARIFICATEURS

Définition : Un scarificateur est un tracteur qui possède des dents pouvant pénétrer à de

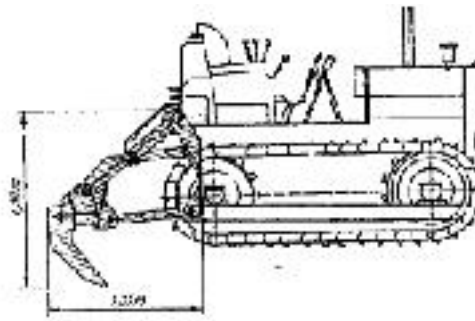
Pénétrer à de faible profondeur dans certains matériaux terres, routes

asphaltées, routes en grave, -pour les ameublir.



*

Un ripper est un équipement analogue au scarificateur, mais muni d'une seule
Dent, qui sert à défoncer profondément les matériaux rocheux. Ce type
d'équipement s'attache derrière un tracteur comme sur la figure suivante :



- ❖ **L'intérêt d'un scarificateur** est de procéder à une désagrégation en surface, qui permet d'excaver des terrains que la lame de bulldozer ne pourrait attaquer, sans faire intervenir des moyens plus lents tels que la pelle mécanique.
- ❖ **L'emploi de ce procédé** dépend de divers facteurs comme :
 - la dureté du matériau,
 - l'homogénéité et la compacité du matériau,
 - la puissance et le poids du tracteur,
 - la résistance des dents de scarificateur, etc.



- ❖ Le ripper permet le défonçage du sol avant son terrassement qui peut être exécuté soit par un chargeur.
- ❖ La technique actuelle consiste à effectuer une première série de passes à l'écartement et à la profondeur optima, croisée par une deuxième série de passes en oblique sur la Première. l'expérience a montré que, dans ces conditions, la traction au cours de la Deuxième série est plus aisée et que les dents s'enfoncent plus profondément que par Tout autre procédé.
- ❖ Les principaux types des tracteurs qui peuvent être équipés à la fois et avec la lame de Bulldozer et avec les dents de ripper sont donnés dans le tableau suivant:

Tracteurs

à chaînes



Puissance au Poids en ordre			
Modèle	Volant kW/HP	De marche Kg	Equipement
D3C Série III	52/70	7 040	Lame Pat
D3C LGP Série III	52/70	7 640	Lame Pat
D3C XL Série III	52/70	7 230	Lame Pat
D4C Série III	60/80	7 266	Lame Pat
D4C LGP Série III	60/80	7 726	Lame Pat
D4C XL Série III	60/80	7 458	Lame Pat
D5C Série III	67/90	8 233	Lame Pat
D5C LGP Série III	67/90	8 735	Lame Pat
D5C XL Série III	67/90	8 437	Lame Pat
D6D	104/140	15 695	Lame 6S
D6E	116/155	15 377	Lame 6S
D7G	149/200	20 094	Lame 7S
D4H Série II	71/95	10 251	Lame Pat
D4HXL Série III	78/105	11 137	Lame Pat
D4H LGP Série III	78/105	12 196	Lame Pat
D5H Série II	89/120	13 227	Lame Pat

D5H XL Série II	97/130	13 984	Lame Pat/5SU
D5H LGP Série II	97/130	15 340	Lame Pat
D6H Série II T	123/165	17 997	Lame 6SU
D6H XL Série II	130/175	18 960	Lame 6SU
D6H XR Série II	130/175	18 280	Lame 6SU
D6H LGP Série II	134/180	20 486	Lame 6S
D7H Série II	160/215	24 694	Lame 7SU
D7H XR Série II	160/215	24 920	Lame 7SU
D7H LGP Série II	172/230	62 839	Lame 7S
D8N	213/285	37 331	Lame 8U/ SSR
D9N	276/370	46 535	Lame 9U/SS R
D10N	388/520	64 365	Lame 10U/SS R
D11N	574/770	95 846	Lame 10U/SS R

Versions pour traitement des déchets

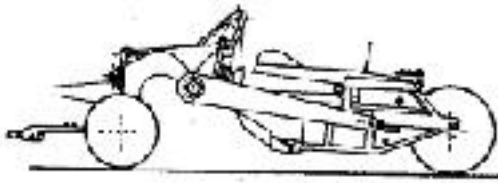
D5H WDA	98/130	13 412	Lame 58U
D6H WDA	123/165	18 189	Lame 6SU
D7H WDA	160/251	24 948	Lame 78U
D8H WDA	213/285	34 250	Lame 88U
D9H WDA	276/370	42 615	Lame 98U

III) LES SCRAPERS

Définition: les scrapers sont les seuls engins qui peuvent à la fois : fouiller, charger,

Transporter et répartir la terre sur les distances de 300 à 1.00 m.

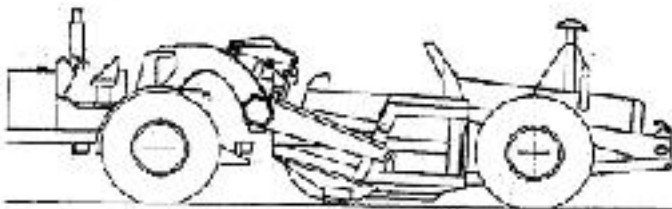
- ❖ D'après la modalité du déplacement, les scrapers peuvent être :
 - **scraper tracté** (appelle aussi wagon scraper) – et dans ce cas il est un engin monté sur deux essieux à pneus, un essieu porteur à l'arrière et un essieu avec timon de remorque et de direction à l'avant, comme sur la figure suivante :



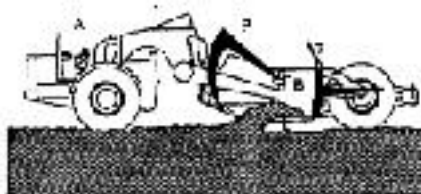
la capacité de la benne peut varier de 5 à 20 m³ et on peut trouver comme variantes : vidange par

basculement vers l'avant ou vers l'arrière, vidange avec éjecteur ou par cloison pivotante, etc.

- **scraper automoteur** (appelle également moto scraper) – et dans ce cas l'engin se compose d'un tracteur à selle sur un ou deux essieux à pneus, avec un système de remorque genre code cygne, qui assure une bonne adhérence de l'ensemble et une grande indépendance de mouvements au scraper lui-même. Ce type est illustré sur la figure n°20 :



- ❖ Comme mode d'emploi le scraper est muni d'un tablier (P) oscillant pour l'obturation de la benne et d'un éjecteur (T) mobile ou oscillant pour le vidage de la benne (B). dans ce cas (A) représente l'avant train tracteur comme sur la figure suivante :



- Scraper élévateur (appelle aussi elevating-scraper)- et dans ce cas la benne porte sur son avant un élévateur à palettes incliné, commandé par un moteur électrique ou hydraulique indépendant. Les palettes entraînent le matériau excavé par la lame racleuse, et à la mise en marche arrière d'élévateur peut assurer le vidage de la benne, comme on peut l'observer sur la figure suivante :



- ❖ L'utilisation des scrapers est possible dans les cas suivants :
 - à l'origine, le scraper a été conçu pour employer les déblais de l'excavation,
 - la réalisation du scraper à déchargement par l'avant a ajouté l'intérêt d'épandage et d'étalement des déblais en couches régulières auxquelles les trajets de l'engin apportent un compactage superficiel,
 - parfois le scraper permet la confection et la finition de talus et des fossés de quelque importance,
 - de son côté, le scraper à déchargement par basculement arrière de la benne permet le remblayage de tranchées et ravins, le rehaussement des murs, de déversement en trémie enterrée, etc.
- ❖ Par rapport à la distance de déplacement de terre on peut adopter les types d'engins suivants :

Distances	Matériel
< 100 m	bulldozer
100 à 400 m	Scraper remorque par tracteur
400 à 1,200 m	Scraper automoteur à 2 essieux
> 1,200 m	Scraper automoteur à 3 essieux

- ❖ Dans le tableau suivant on peut trouver quelques types usuels de scrapers :

Scrapers

Elévateurs



Modèle	Puissance au volant KW/HP	Capacité Refus M ³	Vitesse maxi en charge km.h
613C Série II	130/175	8.5	35.1
615C Série II	198/265	15	44.3
623F	272/365	18	48.3
633E	365/490	20	50.7

- ❖ Un cycle de fonctionnement d'un scraper se compose par les phases suivantes :

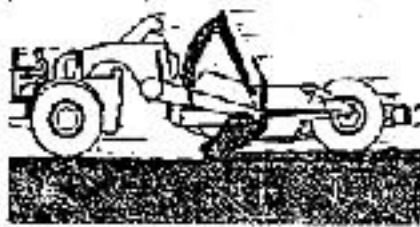
- a) **chargement** d'un copeau de terre de 3 à 7 cm. D'épaisseur selon les terrains. Au début de cette phase, la caisse du scraper frotte par terre et l'effort de traction produit par le tracteur coupe le terrain et force le copeau à rentrer dans la caisse, comme sur la figure suivante :



- b) **Transport** – il est fait après que le tablier de la benne est bien fermé. La durée du transport varie selon la vitesse et la longueur de la piste :



- c) **Vidage des matériaux** – dans ce cas le scraper avance doucement alors qu'un tiroir en fond de caisse force les matériaux vers l'avant et les refoule sous l'engin, comme dans la figure suivante :

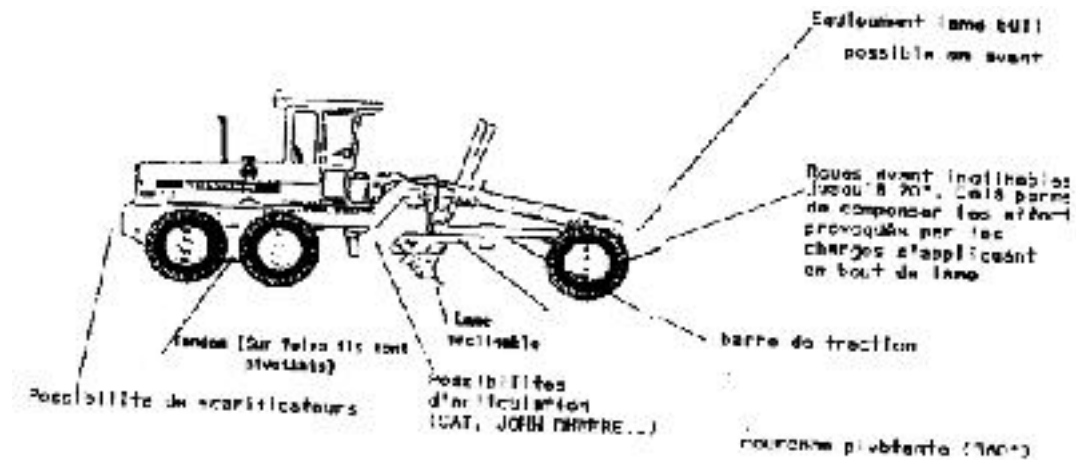


- d) **Retour à vide** – qui varie de la même façon que pour le transport en charge.

IV) LES NIVELEUSES

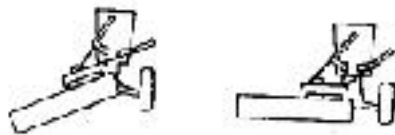
Définition : la niveleuse est un engin qui comporte un châssis sur quatre ou six roues à pneus, au centre duquel une lame peut :

- être descendue et relevée,
 - être déplacée latéralement,
 - pivoter de 180° dans le plan horizontal de chaque côté de l'axe longitudinal du châssis (orientation),
 - pivoter de 0 à 90° dans le plan vertical de chaque côté de l'axe longitudinal du châssis (pente),
 - pivoter dans un certain secteur autour de son propre axe longitudinal (inclinaison dont dépend l'angle de coupe),
- ❖ Aussi comme les scrapers, les niveleuses peuvent être soit tractées (et dans ce cas elle est Appelée « grader »), soit automotrices (en ce cas on parle d'un type « motorgrader »).

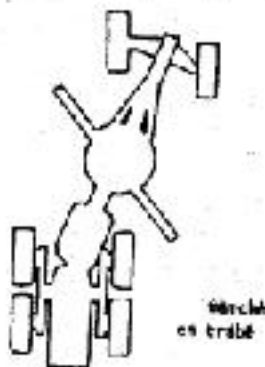


❖ Utilisation de la niveleuse – engin souple et polyvalent, la niveleuse se prête à des travaux Variés, comme :

- le débroussaillage,
 - le nivellement et le réglage,
 - le déplacement de matériau en cordon,
 - le creusement de fossé en V,
 - le talutage,
 - le creusement de canal à fond plat,
 - le nettoyage des accotements,
 - le dressage des talus en gradins,
 - le profilage des talus en gradins,
 - l'entretien des routes et des pistes,
 - des travaux divers moyennant équipements auxiliaires, etc.
- a) **le débroussaillage** de terrain est fait alors quand il n'y a ni roche ni arbres et s'effectue avec la lame horizontale, descendue à une coupe de faible profondeur et orientée d'environ 80° sur l'axe longitudinal, afin d'évacuer les broussailles et la terre sur le côté gauche de l'engin. On peut illustrer ça comme en schéma :



- b) **le nivellement** s'opère avec la lame horizontale orientée d'environ 50° pointe droite en avant, de manière que le matériau soit rejeté à l'extérieur des roues gauche arrière. La lame est abaissée à la profondeur de coupe voulue. Les roues avant sont inclinées vers la gauche pour neutraliser la poussée latérale de la lame.

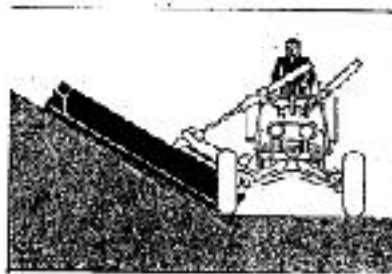


- c) **le creusement de fossé en « V »** - est exécuté en plusieurs temps :
- dans une première série de passes, on procède à l'excavation, la lame déplacée latéralement à droite, mise à la pente de 2,5 / 1 et à l'orientation d'environ 35°, de manière que la pointe

droite avant soit alignée avec le bord de la route droite avant. La pointe de la lame ouvre ainsi un sillon en « V » dans le matériau, comme sur la figure :



- d) **Le talutage** – s'exécute en inclinant la lame vers l'avant, l'orientant, lui donnant la pente voulue et la déplaçant latéralement de manière que la pointe droite avant de la lame soit alignée avec le bord extérieur de la roue avant droite. Donner la profondeur de coupe choisie : si on procède par coupes profondes, incliner les roues avant parallèlement à la pente ; pour des coupes superficielles, incliner les roues avant en sens inverse de la pente.



- e) **le dressage de talus élevé** – ou le profilage de talus en gradins, s'opèrent en décentrant la lame le plus possible, en lui donnant la pente voulue et en l'orientant dans le sens de la marche de manière que la coupe constitue un cordon de matériau au bas de talus. Dans ce cas, les roues avant seront inclinées parallèlement au talus, pour une coupe profonde, en sens inverse pour une coupe superficielle. Après ça, le cordon de déblais au bas du talus sera repris par scraper ou chargeur.



- f) **le creusement de canal à fond plat** – demande d'abord l'exécution d'un fossé en V, à la profondeur prévue pour le canal. Après qu'on ait obtenu deux sillons triangulaires parallèles, à la largeur et à la profondeur prévues pour le fond du canal, on redresse la lame à l'horizontale en la laissant inclinée vers l'avant.



Dans ce cas la roue avant droite étant maintenue dans le fond du nouveau sillon triangulaire, amener la pointe droite avant au pied du talus intérieur du sillon triangulaire primitif. Après ça, incliner les roues avant vers la gauche et on arasé ainsi le profil triangulaire séparant les deux sillons à la côté du canal et sans l'élargir, en constituant avec les déblais un cordon vers la gauche dans le fond du canal. Une dernière série de passes, lame à la pente de talutage, éliminera le cordon du fond du canal.

g) la niveleuse se prête encore à de nombreux travaux, comme :

- l'excavation de terrain en pente avec remblayage simultané à contre-pente (construction de terrasse), à la manière de l'angledozer ;
- le mélange homogène de matériaux routiers différents disposés en cordons parallèles au tracé de la route, par le déplacement des cordons d'un bord à l'autre de la route ;
- l'épandage et le réglage des lits de matériaux routiers ;
- l'élargissement de route par talutage successifs, etc.

les principales types des niveleuses sont données sur le tableau suivant :

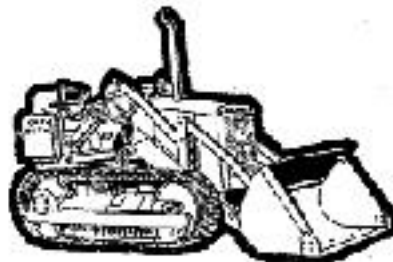
Niveleuses

Modèle	Puissance au Volant KW /HP	Poids en ordre de marche kg	Longueur sans ripper m
120G	93/125	12 860	7.9
130G	101/135	13 050	8.3
130G	112/150	13 050	8.3
12G	101/135	13 540	8.3
140G	112/150	14 100	8.3
140G AWD	134/180	14 920	8.3
160G	134/180	17 050	8.7
14G	149/200	20 690	9.2
16G	205/275	27 280	10.0

V) LES CHARGEURS

Définition : la chargeuse est un engin sur pneus ou sur chenilles, équipée d'un godet ou benne, relevable au moyen de deux bras latéraux articulés, automoteur, qui exécute les opérations suivantes :

- excave le matériau ou reprend au cordon ou au tas un matériau déjà excavé ;
- l'élève à l'aide de sa coupe,
- le déverse sur camions-bennes,

**L'utilisation des chargeurs :**

- a) chargement des matériaux foisonnés – c'est la spécialité du chargeur à pneu ;

en cours de chargement



- e) chargement de matériau non foisonné – c'est la spécialité du chargeur sur chenille, qui aura plus d'adhérence et pourra ainsi mieux caver matériaux, que le charger à pneu. Dans cette cause le chargeur à chenille a pour spécialité le décapage de terre végétale chargé sur camions.

Chargement par mouvement vers l'avant



- c) transport des matériaux foisonnés – il est efficace quand il s'agit des distances < 200 mètres.



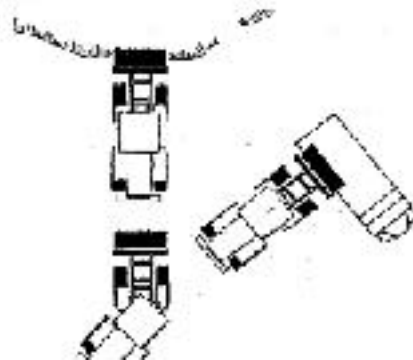
- d) Transport des matériaux non foisonnés- dans ce cas on utilise aussi le chargeur sur Chenille, qui sur un distance de 100-150mètres aura une efficacité comparable au bulldozer.

chargeuse sur chenille en cours de déplacement



❖ **Le cycle de travail de chargeur-** est composé par les phases suivantes :

- Chargement,
- Transport aller,
- Vidage,
- Retour,



❖ **Le chargement** – la reprise en tas s'effectue en attaquant le tas par le bas, le bord pé d'attaque du godet au ras du sol. Pour ça le conducteur doit choisir la vitesse permettant la pénétration sans choc dans le tas, et en attaquant le matériau à plein gaz. Quand le chargeur ralentit, verrouiller les bras de levage en position basse et donner ensuite un mouvement de va-et-vient au levier de commande de vidange, pour « pomper » le matériau et remplir ainsi complètement le godet, comme sur la figure suivante :



❖ Les types des godets – qui sont utilisés par chargeurs sont :

- godet court, renforcé pour carrières ;
- godet à nervures ou à bord d'attaque en (V) pour reprises des roches ;
- godet à rehausse pour chargement de matériaux foisonnes ;
- godet dit « quatre en un » ou tous travaux, etc.

Chargeuse sur chantier de démolition



❖ les principales caractéristiques d'un chargeur sont :

- portée à hauteur maxime (A) ;
- hauteur maximale de déversement (B) ;
- profondeur de cavage (c), comme sur la figure ;



❖ les principales types des chargeurs sont donnés dans le tableau suivant :

chargeuses à chaînes



Modèle	Puissance au Volant KW/HP	Poids en ordre de marche kg	Capacité de godet m ³
933	52/70	8 042	0.96 – 1.0
933LGP	52/70	8 346	0.96
933	67/90	9 816	1.2
953B	89/120	14 642	1.50-01.8
963	112/150	18 366	1.70 – 2.2
973	157/210	24 902	2.6 – 3.2

Versions pour traitement des déchets			
953B WDA	89/120	16 200	1.5 – 2.7
963B WDA	112/150	20 614	1.7 – 4.2
973B WDA	157/210	29 266	2.6 – 5.5

Chargeuses sur pneus



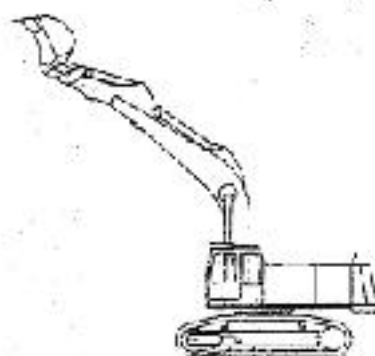
Modèles	Puissance au Volant KW/HP	Poids en ordre de marche kg	Capacité De godet m ³
910F	60/80	7 010	1.0-1.3
918F	73/98	9 140	1.4-1.7
928F	90/120	11 170	1.8-2.1
936F?	104/140	13 100	2.2-2.9
950F Série ?	127/170	17 670	2.5-3.3
960F Quantum	149/200	18 476	3.3-3.8
966F Série ?	164/220	22 010	3.3-4.1
970F Quantum	187/250	23 780	4.0-4.7
980F ?	205/275	27 690	3.8-5.3
980F Quantum ?	224/300	27 690	3.8-5.3
988F	298/400	44 328	6.0-6.7
990	455/610	73 480	8.4
992D	515/690	89 158	10.7
994	932/1250	177 040	16-18

Versions pour traitement des déchets

936F WDA	104/140	16 330	2.9
950FWDA	127/170	21405	4.0
966F WDA	164/220	26 400	4.8
980F WDA	205/275	34 000	6.0

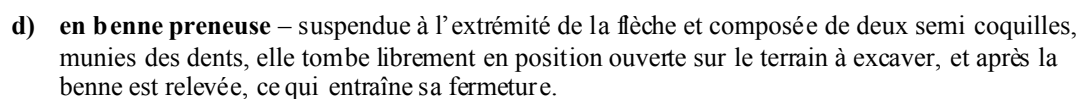
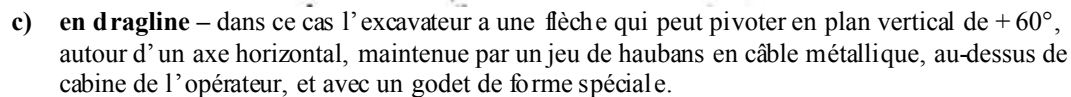
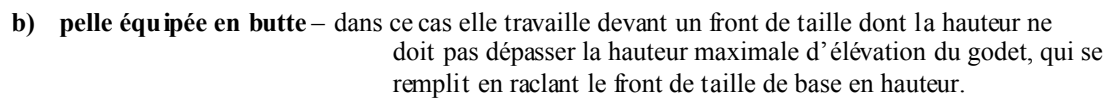
VI) LES EXCAVATEURS

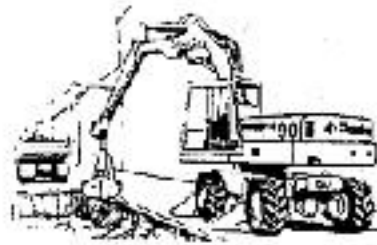
Définition : un excavateur (ou la pelle mécanique, comme il est appelé encore), est un engin de terrassement qui travaille en station, c'est-à-dire que son châssis porteur sert uniquement aux déplacements sans participer au cycle de travail.



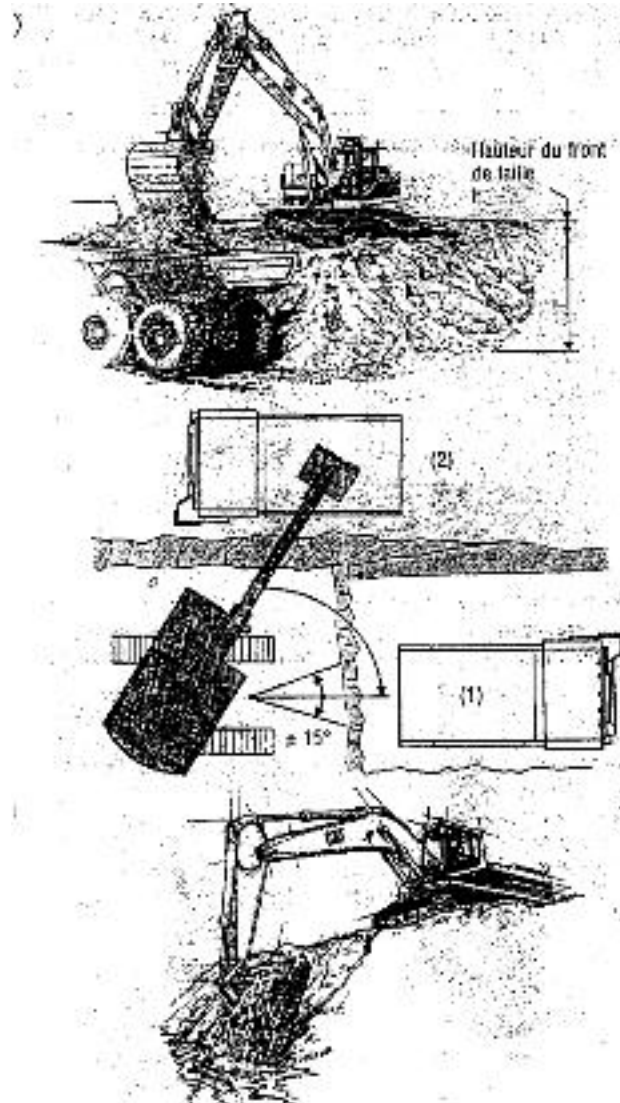
❖ **Après l'équipement de travail** – les excavateurs peuvent être :

- a) **pelle équipée en rétro** – avec cet équipement, l'engin creuse généralement au-dessous du sol d'assise de l'engin, et dans ce cas, le godet se remplit en raclant le sol de l'extérieur vers la pelle :

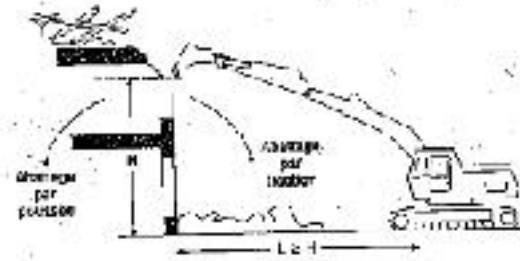




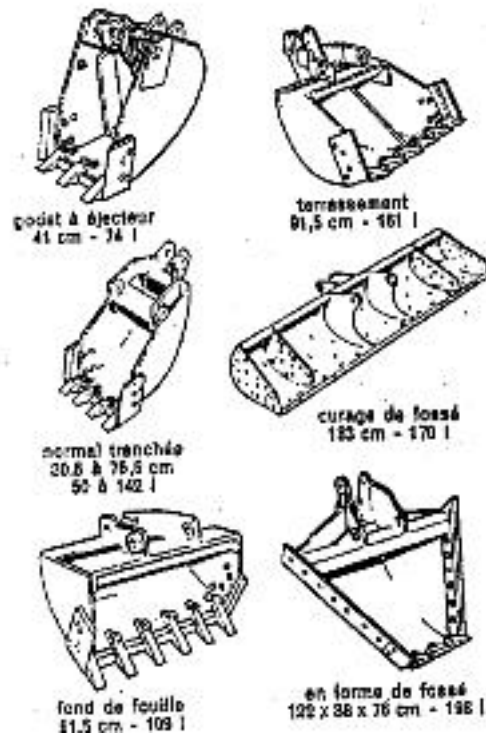
- ❖ **Travail en pelle rétro** – la pelle est dite « en rétro » lorsque son godet est disposé d'une Ouverture vers le bas. Le godet à dents rapportées et couteaux latéraux et il est monté à l'extrémité d'un bras articulé en balancier en tête de flèche, elle –même articulée en pied sur la plate-forme.



- ❖ Dans ce cas la pelle est toujours au niveau de la benne du camion, et la rotation nécessaire pour La tourelle est de 45° maximum. Le roulage de camions est distinct de celui de la pelle, ce qui Fait que le carreau de chargement est plus facile à entretenir :
- ❖ **L'utilisation de pelle in rétro** – est indiquée dans les cas suivants :
 - L'extraction de matériau au-dessous de l'aire d'assise de la pelle ;
 - Le creusement de tranchée étroite,
 - Le creusement de canal (assainissements ou irrigations),
 - Le curage de fossé,
 - L'excavation des fondations,
 - Le travail de démolition :



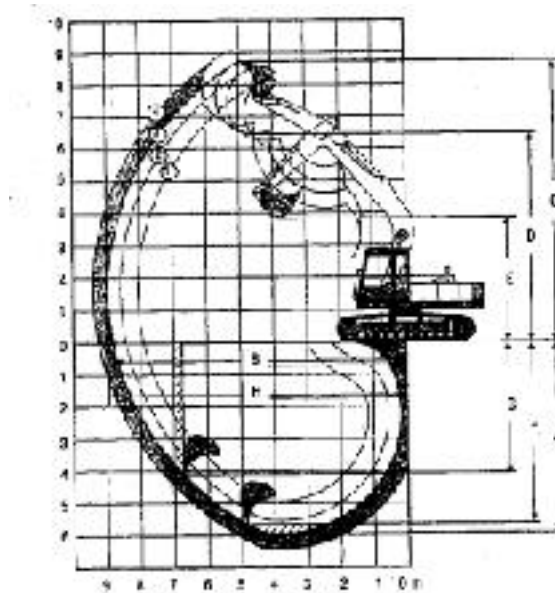
❖ Par rapport à leurs destinations, les équipements des pelles en rétro ont les formes suivantes :



❖ Les principales caractéristiques d'une pelle en rétro sont les suivantes :

- profondeur maximale d'excavation –A,
- portée maximale au niveau de sol-B,
- hauteur maximale en fin de vidange C,
- hauteur minimale de déchargement,
- hauteur minimale de déchargement –E,
- profondeur maximale de fouille pour fond plat-F,
- profondeur maximale de la fouille –G,
- portée maximale-H, etc.

Caractéristiques techniques d'une pelle hydraulique



❖ Les principaux types de pelles en rétro sont les suivantes :

Pelles hydrauliques sur pneus



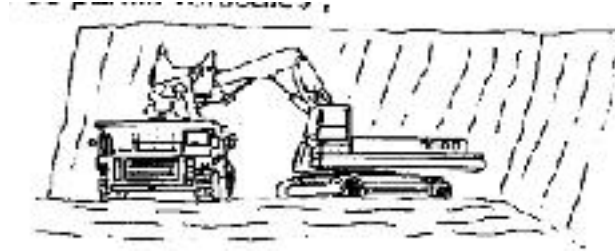
Modèle	Puissance au Volant KW/HP	Poids en ordre De marche kg	Portée profondeur de fouille maxi m
206B FT	80/107	14 000	8.89/5.76
212B FT	82/110	16 130	9.48/6.29
214B	82/110	18 355	10.57/7.20
214B FT	101/135	18 355	10.57/7.20
224B	101/135	22 500	10.75/7.71

Pelles hydrauliques à chaînes



Modèle	Puissance Volant KW/HP	Poids en ordre de marche kg	Portée/profondeur de fouille maxi m
E70B	40/54	7 410	6.72/4.60
E110B	59/79	11 540	8.10/5.60
312	63/84	12 800	8.63/6.05
211B LC	80/107	17 400	10.24/7.24
213B LC	82/110	18 112	10.60/7.38
320	96/128	21 000	10.63/7.58
320 ME	96/128	21 000	9.18/6.14
320 N ME	96/128	21 000	9.18/6.14
320 N	96/128	21 000	10.63/7.58
320 L ME	96/128	21 500	9.18/6.14
320 VA	96/128	21 500	9.55/6.06
320 L	96/128	21 500	10.63/7.58
320 N VA	96/128	22 000	9.55/6.06
320 L VA	96/128	22 500	9.55/6.06
320 S ALpinc	96/128	23 000	10.63/7.58
320 S ME	96/128	23 000	9.18/6.14
320 S VA	96/128	23 500	9.55/6.06
320 L SIR (D.C.)	96/128	25 000	16.54/12.80
325	125/168	27 000	11.43/8.08
325 ME	125/168	27 500	9.82/6.54
325 VA	125/168	27 500	10.24/6.40
325 LN	125/168	27 500	11.43/8.08
325 Ultra-profond	125/168	28 000	9.50/20.0
325 LN ME	125/168	28 000	9.82/6.54
325 LN VA	125/168	28 000	10.24/6.40
325 L	125/168	28 500	11.43/8.08
325 L LR (D.C.)	125/168	28 500	18.29/14.63
325 L ME	125/168	29 000	9.82/6.54
325 L VA	125/168	29 000	10.24/6.40
330	166/222	32 500	12.37/8.88
330 ME	166/122	32 500	10.88/7.36
330 LN ME	166/122	33 500	10.88/7.36
330 LN	166/122	35 500	12.37/8.88
330 LME	166/122	34 000	10.88/7.36
330 L	166/122	34 000	12.37/8.88
350 ME	213/286	49 500	11.93/7.96
350 L	213/286	50 500	13.45/9.57
350 L ME	213/286	51 500	11.93/7.96
375 ME	319/428	79 000	13.08/8.11
375 L	319/428	80 000	15.67/10.58
375 L ME	319/428	80 500	13.08/8.11
5080	319/428	83 800	9.70/2.70
5130	608/815	168 000	12.40/3.20

- ❖ **Travail en pelle butte** – la pelle est dite « en bute », lorsque son godet est disposé l'ouverture vers le haut. Le fond du godet dans ce cas est constitué par une porte ou trappe mobile de vidange.
- ❖ **L'utilisation de la pelle en butte** – est indiquée en suivant cas :
 - L'excavations de parois verticales ;



- La mise au tas et le chargement sur camion,
- Le nivellement et le décapage,
- Le travail en déblais, etc.

❖ **Les avantages des pelles en bûte** – sont les suivants :

- relativement facile à charger, compte tenu de la force de pénétration importante du godet et du bras support ;
- bien adaptées pour reprendre des matériaux (stockage, transport) et travail en conditions difficiles (carrières, rocheux, sol compact, etc.) ;

❖ **Travail en benne preneuse** – la benne preneuse est composée soit de deux coquilles jointives, pouvant s'ouvrir et se fermer comme des mâchoires et possédant tantôt des Bords coupants, tantôt des dents amovibles ; soit formée d'un ensemble de 4 à 6 griffes articulées, jointives dans la benne en système « en écorce d'organe ».

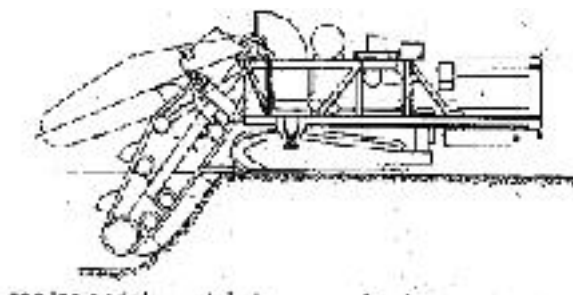
❖ **L'utilisation de la benne preneuse** – est indiquée dans les cas suivants :

- la manutention des matériaux – chargement, déchargement, stockage, reprise, mise en trémie, en wagon, en camion, etc.
- le forage des puits profonds, et dans ce cas la benne est équipée d'une rallonge :



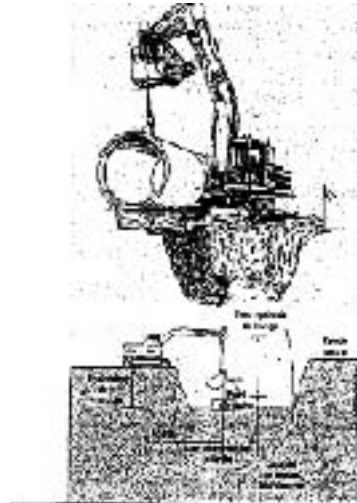
- le creusement des tranchées, des fossés, des canaux,
- les fouilles et extractions à sec ou sous l'eau, etc.

❖ **Ex cavateur à godets multiples (ou trancheuse)** – il est composé en principe d'une élinde, qui est un bras inclinable dans le plan vertical et supportant une chaîne de godets sans fin.



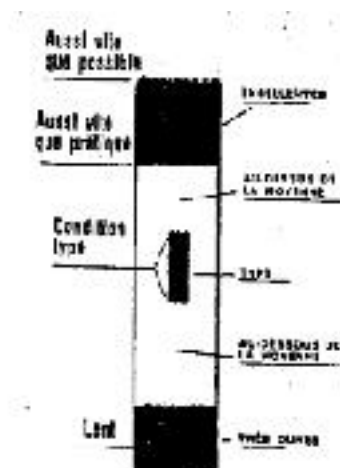
Dans ce cas les godets sont de type sans fond et pendant leur basculement autour des tourteaux de tête, ils déversent la terre par l'arrière sur un convoyeur navette transversal, qui jette les déblais latéralement, d'un côté à l'autre, à distance variable.

- ❖ **L'utilisation d'élide** – est d'habitude pour les tranchées à parois droites, dont la largeur est comprise entre 0.30 à 1.50 mètres. La profondeur maximale de l'excavation est inférieure à 4.25 mètres.
- ❖ **L'utilisation des excavateurs levages** – dépend essentiellement de :
 - la position du centre de gravité de la machine et de son poids ;
 - la position du point de levage ;
 - la puissance de machine, etc.



- ❖ Pour un excavateur, un cycle de fonctionnement est composé par les phases :
 - chargement (ou fouillage),
 - rotation de la tourelle,
 - déchargement,

❖ Par rapport aux conditions du travail, on peut illustrer ceci avec le schéma suivant :



- ❖ Par rapport à la puissance des engins, le temps d'un cycle peut être :

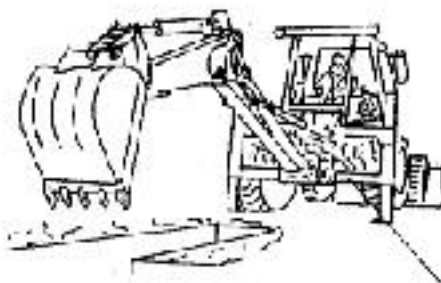
TEMPS ESTIMÉ PAR CYCLE					
TEMPS CYCLE	PUISSANCE DE LA MACHINE			TEMPS CYCLE	
		A	B		
10 SEC.				10 SEC.	
15				15	
20 SEC.				20 SEC.	
25				25	
30 SEC.				30 SEC.	
35				35	
40 SEC.				40 SEC.	
45				45	
50 SEC.				50 SEC.	
55				55	
60 SEC.				60 SEC.	

VII) LES TRACTOPELLES (OU CHARGEUSES PELLETEUSES)

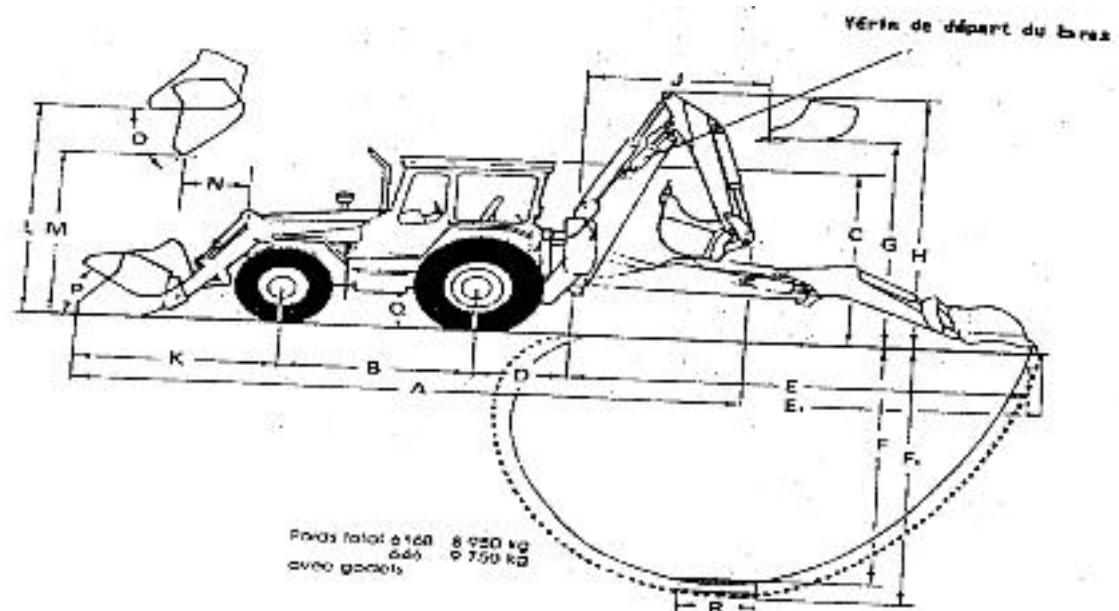
Définition : un tractopelle est un engin équipé avec un godet à l'avant et porte un pelle en rétro à l'arrière.



- ❖ Par rapport à ce système, les tractopelle sont très utiles pour les petites entreprises, sur les chantiers de petites tailles, remplacent à la fois un chargeur et un excavateur.
- ❖ **L'utilisation** – est fait souvent pour les opérations suivantes :
 - chargement,
 - transport des matériaux sur petites distances ;
 - manutention ;
 - fouille avec pelle en rétro :



- ❖ Dans ce cas des machines polyvalentes, elles sont surtout amenées à faire un maximum des tâches sur un chantier donné.
- ❖ On peut dire dans ce cas qu'il ne s'agit pas d'un engin de production, mais il est un engin de servitude, et par rapport à ses multiples possibilités le font de plus en plus un engin indispensable sur chantier.
- ❖ Les principaux paramètres de ce type d'engin sont donnés dans ce schéma :



- ❖ Les principaux types des tractopelle sont donnés sur le tableau :

Chargeuses- pelleteuses



Modèle	Puissance brute KW/HP	Poids en ordre de marche kg	Profondeur de fouille m
416B	57/77	6219	4.91-5.96
426B	61/82	6694	5.39-6.63
428B	57/77	7254	4.81-5.86
436B	65/87	6849	5.52-6.72
438B	65/87	7418	4.87-5.92
438B AWS	65/87	7737	4.87-5.92
446B	77/103	8892	5.22-6.53

VIII) LES COMPACTEURS

Définition : Un compacteur est un engin qui assure :

- soit une plate-forme de portance uni forme, sans que les remblai ne glissent sur la pente naturelle du site ;
- soit pour éviter des tassements ultérieurs importants aux abords des ouvrages ;

❖ D'après leur forme et leur principale de compactage, on peut trouver :

- a) **Compacteur statique à pied d'ours**- qui sont classées selon la charge statistique moyenne M (kg), par unité de largeur (cm) de tambours à pieds d'ours :



dans ce cas la compression du sol est faite **par roulage**, un charge lourde se déplace exerçant une forte pression par l'intermédiaire de la génératrice d'un cylindre avec dents.

- b) **Compacteur par pilonnage** – dans ce cas, une masse tombe d'une certaine hauteur et transmet par chocs successifs une énergie au sol :



- c) **Compacteur avec vibrations** – dans ce cas le réarrangement des grains des sols est favorisé par les vibrations qui détruisent une partie des liaisons internes. Ce type de compacteurs, à départ de sa charge statistique et la largeur L (cm) de cylindre vibrant, est caractérisé aussi et d'après l'amplitude théorique à vide de la vibration :



- ❖ **Le travail d'un compacteur** – est facilité par les éléments suivants :
- une teneur en eau optimale, qui est déterminée par l'essai Proctor ;

- par la mise en œuvre des couches de faibles épaisseur et on utilise un matériau adapté aux caractéristiques du terrain pour que l'effet soit sensible jusqu'au fond de la couche ;
- la vitesse de travail en ce cas doit être à tour de 2-3 Km/heure,
- ❖ Les principaux types des compacteurs on les trouve dans le tableau suivant :

Compacteurs vibrants monocylindres



Modèle	Puissance KW/HP	Poids en ordre de marche kg	Largeur Du cylindre m
CS431B	76/102	6 312	1.68
CS433B	76/102	6 448	1.68
CP433B	76/102	6 697	1.68
CB523B	59/79	8 900	1.70
CS531	108/145	9 315	2.13
CS533	108/145	10 110	2.13
CP533	108/145	11 470	2.13
CS563	108/145	11 500	2.13
CS563 AW	108/145	12 220	2.13
CP563	108/145	11 950	2.13
CS573	108/145	13 300	2.13
CS583	108/145	15 585	2.13

IX) LES CAMIONS OU LES TOMBEREAUX

Définition : les camions sont des véhicules comportant un châssis porteur, qui sont équipés d'une benne basculante pour permettre le transport des matériaux sur chantier ou sur le réseau routier.



- ❖ La principale caractéristique des camions est la capacité de transport (appelée charge utile ou CU) – qui correspond à la charge maximale placée dans la benne qui peut être transportée.
- ❖ D'habitude pour déterminer la charge utile on utilise la relation suivante :

$$CU = PTAC - PV ; \quad \text{où :}$$

PTAC – est le poids total autorisé en charge et a les valeurs :

PTAC < **19 (t)** – pour 2 essieux

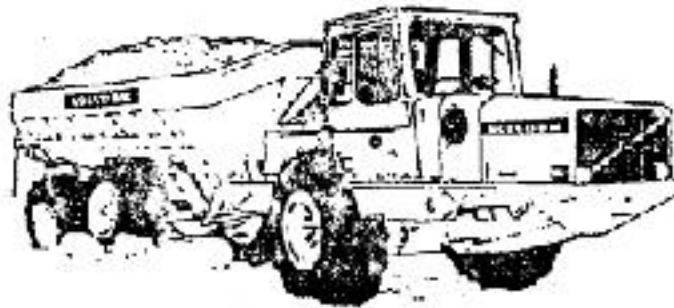
PTAC < **26 (t)** – pour 3 essieux et plus ;

PV – le poids à vide : le poids de véhicule en ordre de marche, sans conducteur, passagers ou chargement ;

- ❖ D'après les numéros des essieux on peut trouver les notations suivantes :

- 4 X 4 – camion à 4 roues, dont deux essieux moteurs ;
- 6 X 2 – camion à 6 roues, dont un essieu moteur ;
- 6 X 4 – camion à 6 roues, dont deux essieux moteurs ;
- 6 X 6 – camion à 6 roues, dont trois essieux moteurs ;
- on doit mentionner que , ici par le terme de roue on comprend une extrémité d'un essieu, où on peut trouver une roue isolée ou deux roues jumelles ;

- ❖ un cas spécifique du camion est le tombereau automoteur, qui est équipé d'une benne ouverte pour transporter et déverser : latéralement, par l'arrière ou par fond les matériaux, mais en restant toujours à l'intérieur du chantier.

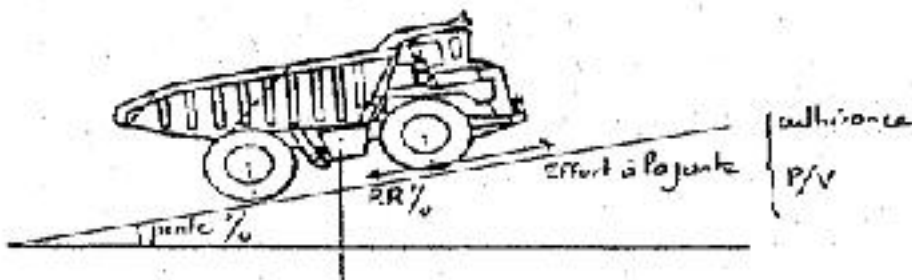


- ❖ Effort à la jante – il est appelé aussi effort de traction et il est donné par la relation suivante :

$$\text{Puissance} = \frac{\text{Effort de traction} \times \text{Déplacement}}{\text{Temps}} \quad \text{ou } P = E_j \times V ;:$$

E_j – effort à la jante ;
 V – la vitesse ;

- ❖ **Résistance au roulement** – les pneus vont s'enfoncer dans le sol sous l'action du poids de la Machine. Il va en résulter des frottements qui vont être assimilés à la pente d'un plan incliné et Seront exprimés en % comme la pente :

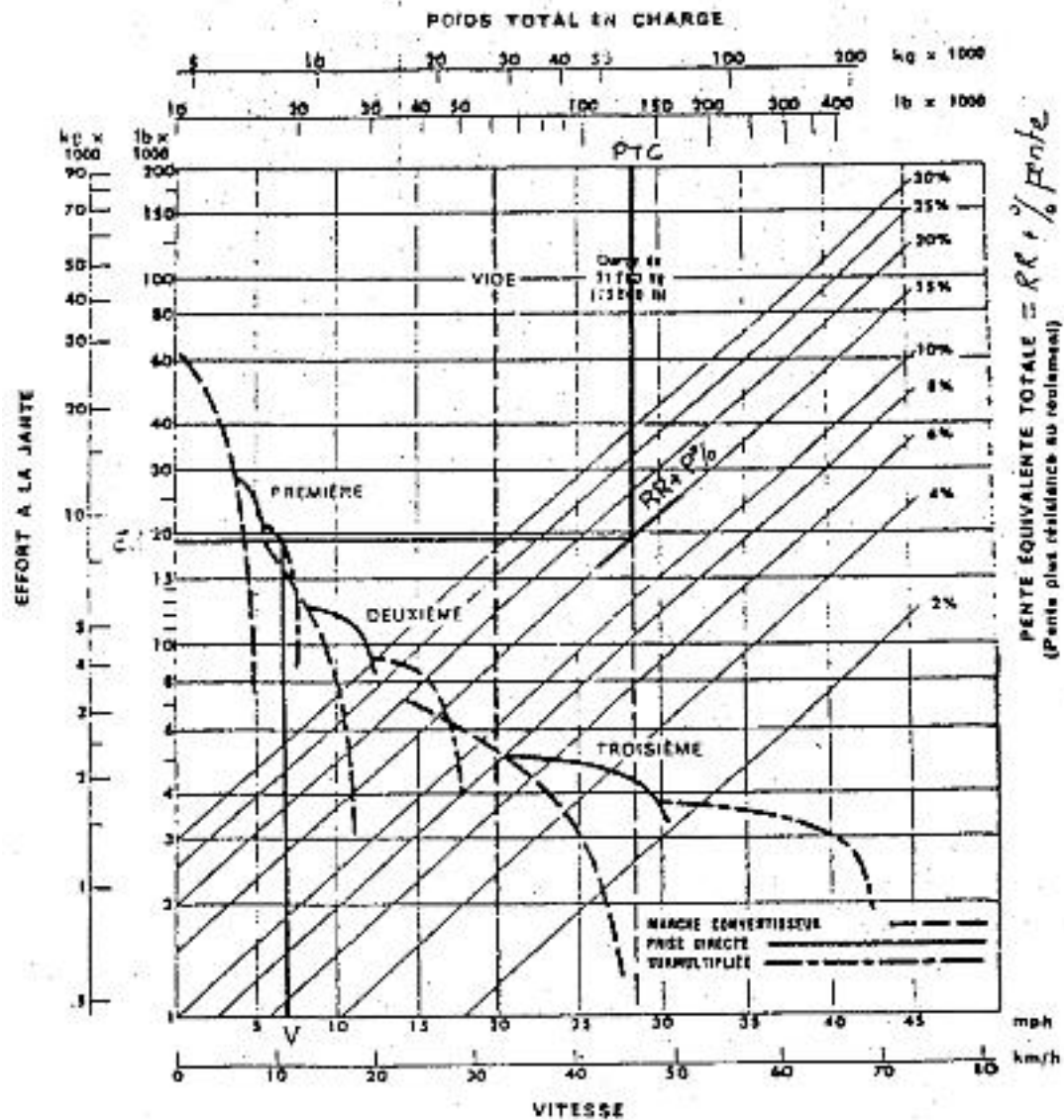


- ❖ **Pente équivalente** – dans ce cas on considère la valeur de la pente comme :

Pente équivalente = Pente de la piste + Résistance au roulement (%)

- ❖ Coefficient d'adhérence – il va limiter l'effort de traction de la machine.

Un abaque permet de regrouper toutes ces données pour un camion :



- ❖ Un cycle de travail d'un camion est composé par les phases suivantes :
 - attente au chargement ;
 - transport en charge ;
 - manœuvre et vidange à la décharge ;
 - transport retour à vide ;
- ❖ les principaux types de camions sont présentés sur le tableau suivant :

Tombereaux de chantier

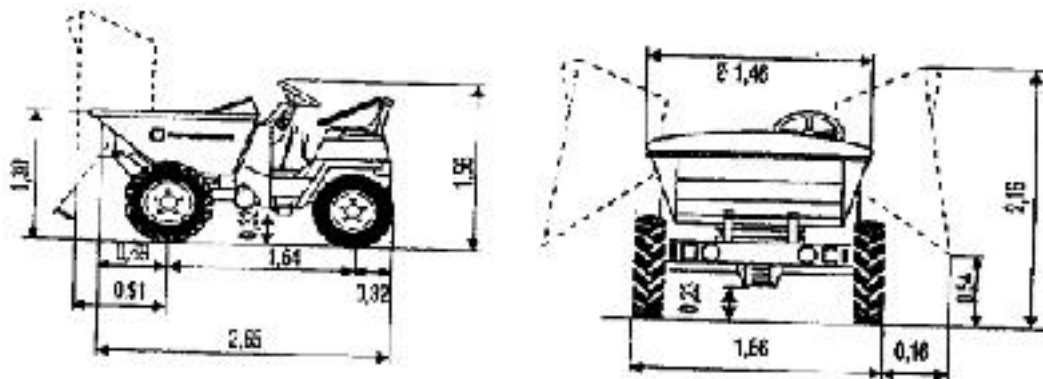


Modèle	Puissance au Volant KW/HP	Capacité tonnes métriques	Vitesse maxi Km/h
796C	336/450	36	75.2
771C	336/450	40	40.3
773B	485/650	53	61.8
775B	485/650	60	45.0
777C	649/870	86	60.4
785B	962/1290	136	56.3
789B	1272/1705	177	54.4
793B	1534/2057	218	53.6

❖ Pour les petits chantiers, ces derniers temps on utilise des engins qui s'appellent moto- basculeurs, qui ont la forme des grandes brouettes motorisées. Ils possèdent une benne ouverte destinée à transporter et déverser latéralement ou avant des produits comme : terre, agrégats, béton, sacs de ciment, papaings, etc. Les caractéristiques d' u tel engin sont données sur la figure suivante :

Caractéristiques d'utilisation (exemple)

Capacité en eau : 650 L
Capacité en dôme : 865 L
Charge utile : 1 475 kg



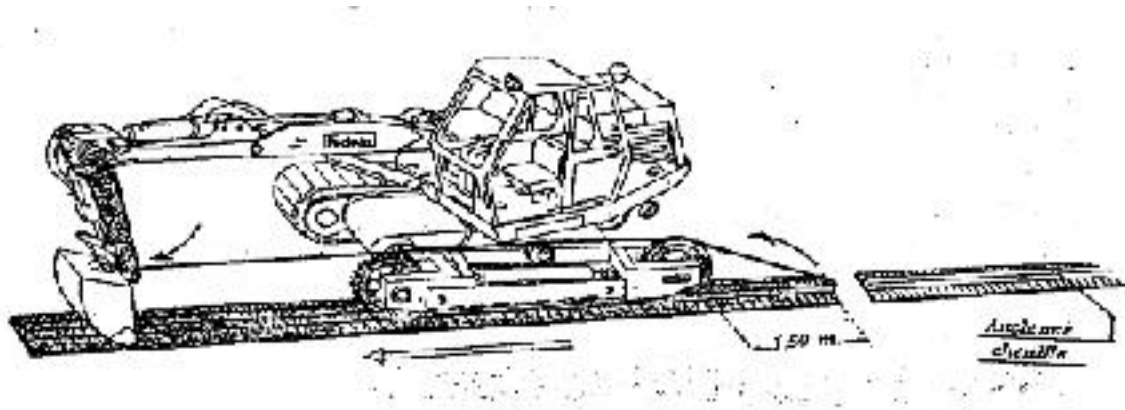
❖ Leur maniabilité et le faible encombrement permettent leur utilisation pour :

- les chantiers classiques, en appoint des engins de grande masse ;
- sur les terrains accidentés ;
- les chantiers de réhabilitation ; etc.

X) ENTRETIEN ET AMORTISSEMENT DU MATERIEL

1) Entretien des engins

- ❖ A cause de leur régime dur de travail, et de leurs besoins quotidiens des carburants et lubrifiants, nécessitent des opérations d'entretiens.
- ❖ D'après leurs fréquences les opérations d'entretien peuvent être journalières et périodiques.
- ❖ Dans la catégorie d'entretien journalier sont comprises les règles suivantes :
 - le levage d'engin à la fin du programme de travail ;
 - le contrôle par le conducteur de l'engin de toutes les points de risque comme suit : la pression des pneus, la flèche de chenille, l'état des tuyaux hydrauliques de haute pression, le niveau d'huile, etc.
 - la vérification usuelle comme : freins serrés, cales en place, godet abaissé, etc.
- ❖ Dans la catégorie des entretiens périodiques sont prévues :
 - les changements des huiles : à moteur, hydraulique, points de graissage,
 - les changements des filtres : l'air, l'huile, gasoil, etc.
 - les changements des pièces usées : pneus, chenilles, freins, tuyaux, etc.
- ❖ Ces opérations d'entretien sont effectuées dans des ateliers spécialisés qui sont dotées avec des stades des essais, pour vérifier l'importance de l'usure des sous-ensembles.
- ❖ Habituellement, chaque engin est prévu avec un compteur horaire pour le temps de travail, et dans son manuel d'emploi sont donnés les numéros des heures de fonctionnement qui quand il doit être arrêté et envoyé à l'atelier.
- ❖ Dans le cas de changement de chenille à un engin, il doit respecter un procédé qui est illustré sur la figure suivante :



- ❖ Pour les engins de terrassement, un problème courant est de choisir le type des dents adéquates pour le type de sol ou la catégorie de travaux qui doit être exécuté.
- ❖ Pour cela on utilise un tableau qui donne les indications suivantes :

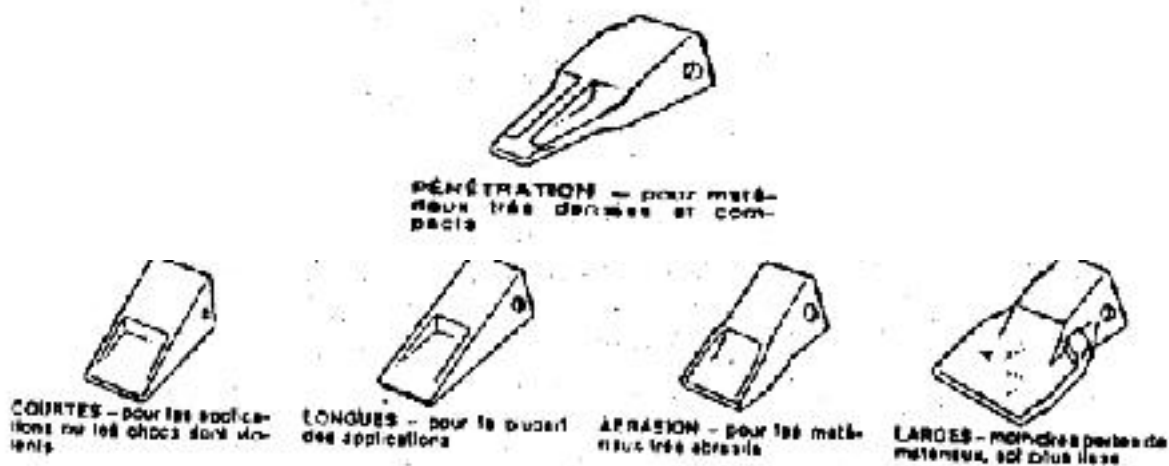
CHOIX DE LA POINTE – Nous fournissons cinq types de pointe :

GUIDE POUR LE CHOIX DE LA POINTE

Pointes

Nature des chocs	Courtes	Longues	Abrasion	PENETRATION	LARGE
Elevée à violents	•			•	
Modérés à élevés		•			•
Faible à modérée		•			
Pointes					
Abrasion	Courtes	Longues	Abrasion	PENETRATION	LARGE
Forte à très forte			•		
Modérée à forte			•		
Faible à modérée		•			

Remarque : ce tableau est donné à titre indicatif pour tous renseignements consulter votre concessionnaire CAT



- ❖ L'état de ces dents doit être vérifié de temps en temps, et par rapport à l'importance de l'usure qui est indiquée sur la figure suivante :



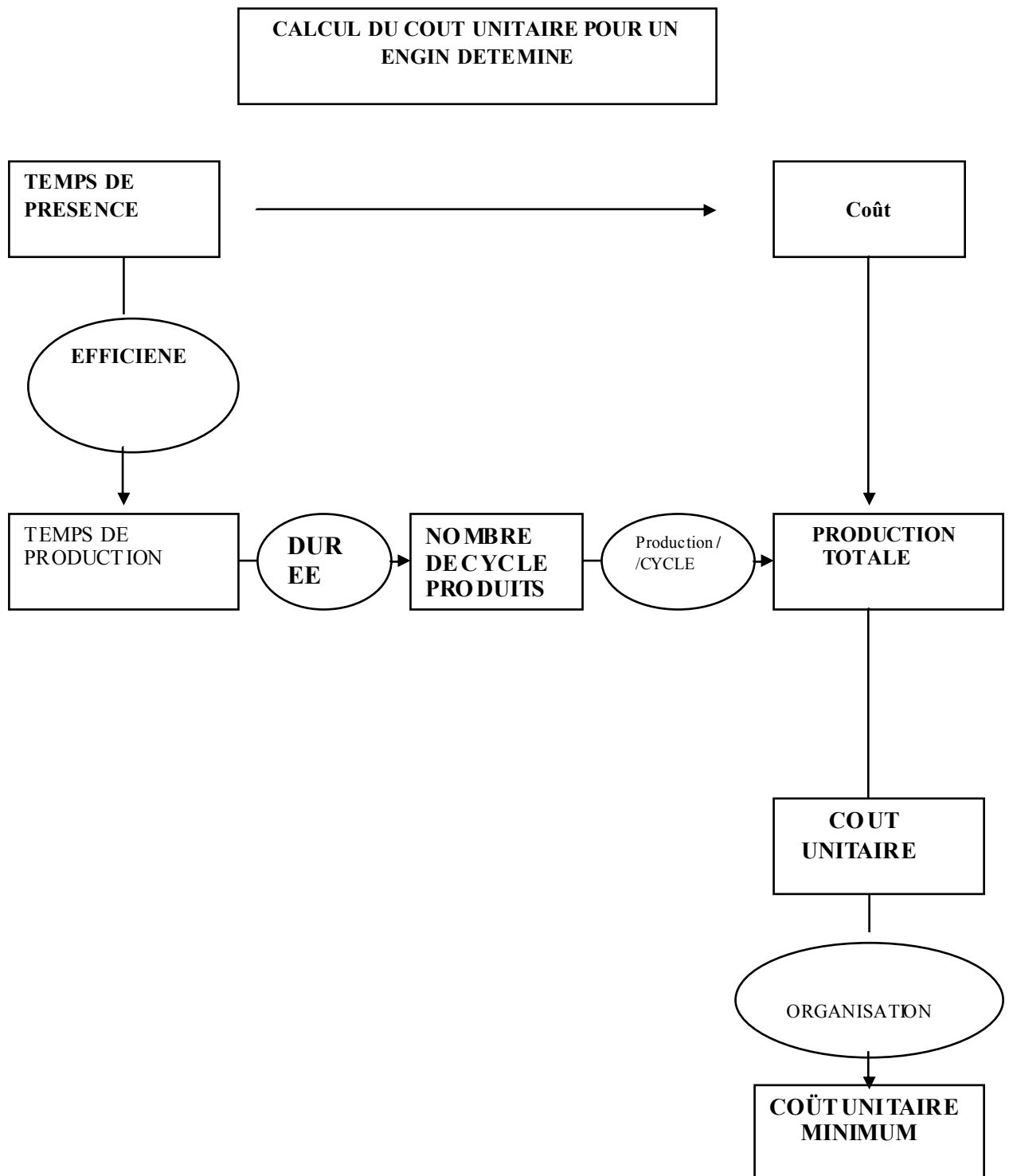
on doit établir quand il est nécessaire le remplacement de ces dents.

- ❖ Pour pouvoir suivre les opérations d'entretien il faut établir pour chaque engin une fiche, sur laquelle on peut enregistrer les éléments suivants :
 - la consommation journalière des carburants et lubrifiants,
 - le numéro des heures de travail,

- les entretiens préventifs ;
- les pannes ou les accidents techniques ;
- les coûts de ces opérations, etc.

2) les calculs des amortissements des engins

- ❖ Il n'existe pas d'engin capable de travailler avec un rendement de 100%, à cause des arrêts suivants :
 - Entretien de la machine et des accessoires (par exemple : graissage) ;
 - Petites pannes (par exemple : changement d'un tuyau flexible) ;
 - Réglage des machines ;
 - Déplacement d'un poste de travail à un autre ;
 - Arrêts du conducteur ;
 - Arrêts pour exécution d'autres ouvrages (par exemple : pose des tuyaux) ;
 - Arrêts dus à la circulation du chantier ; etc.
- ❖ Par rapport à ces éléments on doit compter un rendement de 80% (pour une heure de travail Reste 50 minutes) pour les travaux pendant la journée et de 66% (pour une heure de travail reste 40 minutes) pour les travaux pendant la nuit.
- ❖ Si on veut déterminer le coût d'un engin sur chantier on utilise un schéma :



On peut conclure de ce schéma que les éléments qui peuvent influencer la valeur de coût d'un engin, sont en principe les suivants :

- le coût de main d'œuvre de fonctionnement,
- le coût de main d'œuvre d'entretien et de réparation,
- le coût des matières consommables : carburants, lubrifiants, etc.
- le coût d'amortissement,

- le coût d'assurance et frais divers.

- ❖ **Amortissement** – représente la déperdition de la valeur marchante du matériel par : usure, endommagement, diminution des qualités techniques, perte des valeurs par rapport aux engins plus modernes, etc.
- ❖ La valeur d'amortissement d'un engin peut être déterminée par plusieurs méthodes, mais les plus utilisées sont :
 - a) la méthode d'amortissement uniforme,
 - b) la méthode d'amortissement dégressif

a) la méthode d'amortissement uniforme

C'est une méthode très simple et par la suite très utilisée. Elle consiste à répartir le montant à amortir de la manière suivante :

- prix d'achat (**Po**) moins le prix de liquidation (**Pr**) nous donne une valeur :

$$M = Po - Pr ;$$

- dans ce cas, si on fixe avec (**n**) numéro des années correspondantes à la vie de l'engin, alors la charge de l'amortissement est déterminée avec la relation :

$$e = \frac{M}{n} = \frac{Po - Pr}{n}$$

- si l'on divise cette valeur annuelle par 12 mois, on trouve la valeur d'amortissement mensuelle, qui s'utilise comme valeur de calcul à la facturation.

b) la méthode d'amortissement dégressif

dans ce cas il faut intervenir un pourcentage constant (**r**) de la valeur du matériel restant à amortir, pendant toute la durée d'amortissement.

- pour la première année dans ce cas on amortira la valeur :

$$e_1 = Po \times r ;$$

- pour la deuxième année la valeur est :

$$e_2 = Po \times (1 - r) ;$$

- pour la dernière année de la vie d'engin (**n**) on trouve :

$$e_n = Po \times (1 - r)^n ; \text{ d'où on peut déduire que :}$$

$$r = 1 - (Pr / Po)^{1/n} ;$$

- pour cette méthode on peut conclure que on ne peut jamais amortir intégralement un engin, puisqu'il reste toujours une valeur résiduelle.

EVALUATION DE FIN DU MODULE

Epreuve: Théorique

Durée : 4 heures

Barème : /20pts

Questions:

- 1) Quelles sont les caractéristiques principales des opérations de terrassement?
- 2) Quelles sont les conditions qui influencent le choix du mode de transport des terrassements?
- 3) comment fait-on-le choix du matériel d'excavation?
- 4) ²Quelle est l'utilité des scrapers dans les terrassements?
- 5) Quels sont les types de Godets utilisés par les chargeurs?
- 6) Décrire les catégories d'entretien des engins de terrassement?

Barème: question 1).... /4

" 2).... /4
" 3).... /4
" 4).... /3
" 5).... /2
" 6).... /3

EVALUATION DE FIN DU MODULE

REPOSE

- 2) Les caractéristiques principales des opérations de terrassement sont:
- En cas d'une fouille:
- masse de terre déplacée de faible importance,
 - la surface du chantier, restreinte,
 - Excavation généralement assez profonde,
 - Mitoyennetés, présence d'eau, donc difficultés accrues,
- En cas d'un terrassement de plate-forme:
- il s'agit des quantités importantes des mouvements de terre,
 - il utilise des machines particulières et de très grandes puissances.
- 3) Le mode du transport n'est pas un choix arbitraire; on fait appel à l'engin dont le prix de revient sera le plus économique.
- pour les transports à très faible distance et pour des volumes assez faibles, la brouette à moteur ou dumper est généralement utilisée.
 - pour les transports à plus longue distance, on emploie le camion automobile.
 - On a de plus en plus tendance maintenant, pour en abaisser le prix, à effectuer les terrassements de façon entièrement mécanique, par des engins spéciaux à grand rendement; telle que la décapeuse qui réalise à la fois le déblai et le transport.
- 4) Pour les petits et moyens terrassements, on aura recours à une pelle mécanique montée sur chenille,
Pour des terrassements plus importants, on utilise les engins qui réalisent à la fois le déblai, le transport et la mise en remblai,
Lorsque les distances de transport dépassent la centaine de mètres, et que les volumes A terrasser sont très importants, l'engin employé est souvent le scraper ou gratteur, monté sur pneus.
- 5) On utilise les scrapers dans les cas suivants:
- à l'origine, le scraper a été conçu pour effectuer les déblais de l'excavation,
 - il est aussi utilisé pour l'épandage et l'étalement des déblais en couches régulières,
 - il permet parfois, la confection et la finition des talus et des fossés de quelques importances,
 - il permet aussi le remblaiement de tranchées et ravins.
- 6) Les chargeurs utilisent:
- le godet court, renforcé pour carrières,
 - le godet à nervures ou à bord d'attaque en (V) pour reprise de roches,
 - le godet à rehausse pour chargement de matériaux foisonnés,
 - le godet dit "quatre-en-un" ou tous travaux.

BIBLIOGRAPHIE

AUTEUR	TITRE	EDITION
D. Didier	Précis de chantier	1994
Jean Costes	Engins de terrassement	1971
Simon Pop	Indrumatorul constructorulin	2002
R. Allard G.kièner	Les travaux publics	EYROLLES
Formation ISTA	Cours de matériel : Engins de terrassement	1998
J.M Destrac D.Le faire Y.Maldent S. Vila	Ménotech (Génie civil)	EL éducative